

# CAO99-009. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN MECÁNICA DE ACEITUNA EN CONTINUO.

A. Galán Lasierra

Estación Experimental Aula Dei. CSIC

## RESUMEN

Se ha desarrollado una cosechadora de aceituna en continuo para plantaciones intensivas. Consta de vehículo autopropulsado, que porta sistema de derribo mediante rotores vareadores oscilantes, sistema de captura mediante banda nervada sinfin y sistema de transporte y almacenamiento mediante elevador vertical, transportador inclinado y tolvas de almacenamiento.

**Palabras clave:** Olivar intensivo, cosechadora, rotor vareador.

## SUMMARY

A continuous pick olive harvester that eliminates stopping and starting at each tree, for olive trees intensive cropping, has been developed. Based on a self propelled vehicle, carries a picking heads shaking system, a drape belt catching system and a vertical carrier to the containers.

**Keywords:** Intensive cropping, olive harvester, shaking picking heads.

## ANTECEDENTES

El desarrollo de los nuevos sistemas de cultivo de olivar intensivo en regadío, se ha basado fundamentalmente en las posibilidades de una recolección mecánica que permita un tratamiento preferencial sobre la oliva, asegurando así unos altos rendimientos de calidad.

En el momento actual se dispone y emplea en forma comercial, de cosechadoras modificadas a partir de vendimiadoras, entre las que podemos destacar las Gregoire, Braud, Pellenc, etc. Todas ellas, en diferentes gradaciones, presentan daños al árbol con rotura de ramas, arranques, etc que hacen pensar en la necesidad de una búsqueda de sistemas de derribo menos agresivos. Por otro lado el volumen de estas máquinas es extremadamente grande con problemas de movilidad en los campos y el transporte y finalmente con un costo muy elevado.

Durante 1999 se nos aprobó el proyecto CAO99-009 del Programa de Mejora de la Calidad de la Producción del aceite de oliva del MAPA, en el que emprendimos el diseño y construcción de una cosechadora que pudiera cubrir estas necesidades. El 1 de Agosto del citado año se inició el proyecto en el que junto a unos diseños de mucha mayor ligereza que los existentes, se acometió un sistema de derribo mediante rotores de bastones oscilantes similar al que se venía empleando en la cosecha de frutos pequeños del tipo arándanos, café, etc.

## RESULTADOS

El resultado de esta investigación ha sido el prototipo, cuya fotografía se incluye, en el que podemos destacar los siguientes elementos

### 1 Vehículo autopropulsado

- 1.1 **Bastidor**, que soporta los distintos sistemas y mecanismos de la máquina. Está formado por una estructura inferior a base de largueros y travesaños en tubo rectangular de 120 x 80 x 6 mm, y una estructura superior a base de tubos de 60 x 60 x 4 mm y pilaretes verticales e inclinados de 80 x 80 x 4 y 60 x 60 x 4 mm.
- 1.2 **Puente delantero**. En montaje oscilante para adaptarse a las irregularidades del terreno, es diferencial y direccional estando provisto de un cilindro hidráulico de doble efecto para la dirección y los correspondientes tambores de freno hidráulico.
- 1.3 **Puente trasero**. Es idéntico al delantero pero en montaje rígido. Proporciona tracción a la par que dirección, esto último para corrección de la deriva trabajando en laderas y facilitar las maniobras de aproximación a la línea y

cambio de sentido en cabeceras. La capacidad de carga estática de ambos puentes es de 4.800 daN y la dinámica de 3.000 daN. Finalmente la reducción piñón/corona es de 4,375:1.



**Figura 1. Puente trasero (izda) y delantero (dcha)**

- 1.4 **Ruedas.** Neumáticos Pirelli Tm700-280/70 R18 y Llantas W9x18 TUBELESS-Desplazamiento 100 mm
- 1.5 **Motor.** Se decidió la instalación de un motor diesel Deutz mod. F5L912, provisto de cinco cilindros refrigerados por aire. Cuenta con 68 kW de potencia máxima a 2.500 rpm y 50 kW a 1.500 rpm en la zona correspondiente al par máximo (310 Nm). Para su elección se tuvieron en cuenta las necesidades de potencia correspondientes a: Dos cabezales de vibración provistos de motor hidráulico; un motor hidráulico para propulsión del vehículo; y tres motores hidráulicos y cilindros de simple y doble efecto para accionamiento de los distintos sistemas de la máquina.



**Figura 2. Detalle del motor y su acoplamiento**

- 1.6 **Equipo hidráulico,** constituido por a) Dos bombas de caudal variable Eaton 40 cc RFA 72400 montadas en paralelo mediante un acoplamiento Tecnodrive de engranajes con campana SAE3 y acoplamiento elástico de 11". Cada una de ellas acciona un motor hidráulico Eaton 74318, de 40 cc, uno directamente acoplado al primario de una caja de velocidades y los otros a los cabezales vibrantes de cada uno de los rotores. b) Una bomba de engranajes doble Roquet 11-14 cc que se acopla directamente a la cascada de engranajes de la distribución del motor y da servicio a dirección, cilindros y motores de los transportadores y elevadores. c) Un grupo motobomba a 12V, provisto de electroválvulas, acciona los sistemas de aproximación de la bandeja de captura y del rotor derribador.
- 1.7 **Caja de velocidades.** Provista de 4 relaciones e inversor. Una de las bombas de caudal variable acoplada al primario de la caja permite conseguir tantas gamas de velocidades como relaciones tiene la caja. Estas son con motor a 1500 rpm: I (0-3 km/h-Trabajo), II (0-6 km/h-Trabajo), III (0-10 km/h-Transporte) y IV (0-20 km/h-Transporte). La marcha atrás se consigue por inversión del caudal de aceite, sin que haga falta maniobrar la palanca inversora. Las tracciones, trasera y delantera, se consiguen conectando el reenvío del que está dotada la caja mediante árboles articulados con las correspondientes entradas de los puentes diferenciales.



**Figura 3. Caja de velocidades**

- 1.8 **Sistema de frenado.** Además del existente en la transmisión hidrostática, habitual en los circuitos cerrados, y por motivos de seguridad, se ha incorporado un sistema de frenos hidráulicos de dos circuitos independientes para los puentes delantero y trasero, que permite en cualquier momento el bloqueo de las cuatro ruedas.



**Figura 4. Puesto de conducción**

- 1.9 **Sistema de dirección.** Para una mayor agilidad en las maniobras de aproximación a la línea de trabajo y de cambio de sentido en las cabeceras del campo, se ha incorporado una doble dirección: a) Delantera por volante y válvula sistema Orbitrol Danfoss, y b) Trasera por palanca-distribuidor. La velocidad se ha atenuado para evitar falsas maniobras y accidentes. En todo momento en el puesto de conducción queda constancia de la posición de las ruedas del puente trasero.

## **2. Mecanismo derribador.**

Las razones para adoptar un sistema de vibración de copa fueron: a) Por el porte péndulo de la variedad Arbequina, b) Por la formación en seto, y c) Por la fácil intervención sobre la energía de derribo y el control de daños. Dentro de este sistema se diseñó un montaje lateral para hacer posible la recolección, independientemente de la altura del seto. Está formado por:

- 2.1 **Generador de vibración,** constituido por una caja en cuyo interior giran sincronizadas dos masas excéntricas, según ejes verticales, distantes una cierta magnitud al eje vertical de la caja. Dichas masas giran en el mismo sentido, pero siempre en oposición, lo que produce una oscilación alternativa que se comunica al rotor derribador propiamente dicho.

La vibración generada queda pues condicionada por a) Tamaño de las masas, b) Excentricidad de las mismas, c) Radio de giro, d) Velocidad angular, y e) Momento de inercia del conjunto.



**Figura 5. Rotor vareador**

- 2.2 **Rotor vareador** formado por siete pisos, distantes 150 mm, de 24 bastones radiales cada uno. Las dimensiones de estos bastones así como sus materiales se han experimentado hasta conseguir la máxima eficacia (mayor derribo con menor daño)
- 2.3 **Desplazamiento.** Todo el mecanismo derribador delantero (rotor I), incluso fondo y envolvente de protección, se desplaza: a) verticalmente, de manera que la parte inferior queda a una altura sobre el suelo graduable desde 500 hasta 1100 mm. Esto significa que el rotor puede alcanzar zonas de fructificación de hasta 2100 mm de altura; b) horizontalmente, desde la posición de transporte, centrado sobre la máquina, hasta la mas adecuada para introducir los bastones vareadores en el seto, 940 mm de desplazamiento máximo. El desplazamiento vertical se consigue hidráulicamente mediante distribuidor manual, y el horizontal por vía electrohidráulica, estando previsto el montaje de un sensor para realizar la aproximación a la pared de fructificación de forma automática.

### **3. Mecanismo de captura.**

- 3.1 **Descripción.** En las primeras pruebas del mecanismo derribador se observó que al desprenderse el fruto, este seguía una trayectoria prácticamente vertical, lo que nos permitió diseñar una bandeja de captura relativamente pequeña, constituida por una banda nervada sinfín y provista de un mecanismo de aproximación al árbol con 200 mm de desplazamiento y accionamiento electrohidráulico, y la posibilidad de automatizar dicho movimiento mediante el empleo de un sensor que detecta la posición del árbol.

Existe así mismo, la posibilidad de incorporar a dicha bandeja una hilera de escamas para cerrar al máximo la zona de contacto con el árbol. Al final de la bandeja de captura, un transportador helicoidal descarga sobre la tolva de alimentación de un elevador vertical de cangilones.



**Figura 6. Banda de captura**



Para facilitar el transporte de la máquina, tanto sobre camión como rodando por caminos, todo el mecanismo de captura se pliega hidráulicamente



**Figura 7. Mecanismo de captura en transporte**

En la siguiente fotografía se observa la central electrohidráulica que manda los desplazamientos de rotor y bandeja.



**Figura 8. Central hidráulica**

#### **4. Sistema de transporte y almacenamiento.**

Formado por los siguientes elementos:



**Figura 9. Vista general del sistema de transporte y almacenamiento**

4.1 **Bandeja de captura.** Ya descrita en el apartado anterior. Anchura de 500 mm y accionamiento por motor hidráulico. Conduce la aceituna derribada hasta la tolva de carga del elevador vertical.

- 4.2 **Elevador vertical:** Después de experimentar con uno inclinado se llegó a la conclusión de la idoneidad de construirlo en vertical. Está formado por una caja de 2200 mm de longitud y 110 mm de anchura, por cuyo interior discurre una banda de 20 cangilones de 100 mm. El accionamiento hidráulico está calculado para evacuar la producción máxima esperada. Esta montado en paralelogramo articulado en el brazo de suspensión de la bandeja de captura, lo que permite que en posición de transporte aumente su despeje al suelo.
- 4.3 **Transportador inclinado.** El tubo de salida instalado en la cabeza del elevador, vierte la aceituna sobre un transportador de banda sinfín de 250 mm de anchura con aletas de 80 mm cada 250 mm. Está articulado al bastidor general de la máquina y suspendido de un castillete.,

Mediante un torno manual y un polipasto es posible variar la inclinación para conseguir una altura de salida importante, a la vez que no incrementar el galibo de transporte. Esta disposición permite: a) Llenar las tolvas mediante un simple plano inclinado; b) Alimentar el sistema de limpieza de aceituna proyectado; y c) Recoger directamente en cubetas la aceituna obtenida para controlar la producción y daños.



**Figura 10. Transportador inclinado**

- 4.4 **Tolvas de almacenamiento.** Se han dimensionado en número de dos, con una capacidad unitaria de 500 kg, lo que para olivos a 2 m y una producción de 10 kg/árbol proporciona una autonomía de 400 ml, suficiente para la mayoría de los casos. En las fotografías aparece una sola tolva, faltando la simétrica que se montará definitivamente después de la campaña 2002, con las modificaciones que se estimasen oportunas. Puede observarse la baja situación del centro de gravedad en posición de trabajo y transporte, así como la gran altura de basculamiento (2 m)



**Figura 11. Tolva de almacenamiento**



**Fig. 11. Vistas generales de la cosechadora desarrollada**

### **AGRADECIMIENTOS**

A Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón y a la Estación Experimental de Aula Dei por el soporte recibido.